

MicroPatent® PatSearch Fulltext: Record 1 of 1

Search scope: US Granted US Applications JP (bibliographic data only)

Years: 1991-2005

Patent/Publication No.: ((JP2001111467))

[Order This Patent](#)

[Family Lookup](#)

[Find Similar](#)

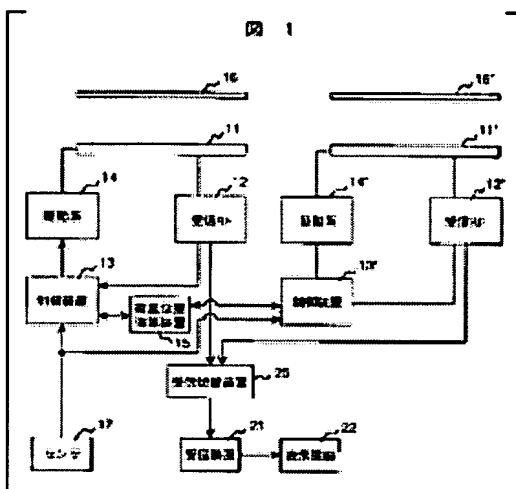
[Legal Status](#)

[Go to first matching text](#)

JP2001111467 A
AUTOMATIC SATELLITE TRACKING
TYPE COMMUNICATION METHOD
AND EQUIPMENT AND SATELLITE
COMMUNICATION SYSTEM
HITACHI LTD

Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the interruption of communication at the timing of switching a satellite going out from an elevation angle range to a satellite newly entering into the range in the case of transmitting/receiving data to/from the satellite moving in the elevation angle range. **SOLUTION:** A receiver (or a transmitter) is provided with two antennas 11, 11', and during the reception of data through the antenna 11, a control device 13 inputs a received signal from a receiving RF 12 and a signal from a sensor 17 such as a gyro and outputs a control signal for moving the antenna 11 to the azimuth of a tracking satellite to a driving system 14. Simultaneously a satellite position arithmetic unit 15 calculates the position of the tracking satellite, and when the position arrives at the end of the elevation angle range, starts the tracking of the waiting antenna 13' to the start point of the elevation angle through an antenna control device 13' and a driving system 14'. A reception switching device 25 selects a signal of higher intensity out of signals received from both the antennas 11, 11' in switching timing. In the case of a transmitter, signals are transmitted from both the antennas in switching timing.



[Click here for larger image.](#)

Inventor(s):

SUGAWARA SATOSHI
 YOSHIDA TOMIJI
 HIGUCHI HIROBUMI
 SAKAUCHI KOJI

BEST AVAILABLE COPY

Application No. 11289123 JP11289123 JP, Filed 19991012, A1 Published 20010420

**Int'l Class: H04B00715
B64G00300 G01S00342**

Patents Citing This One No US, EP, or WO patent/search reports have cited this patent.



For further information, please contact:

[Technical Support](#) | [Billing](#) | [Sales](#) | [General Information](#)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-111467

(P2001-111467A)

(43)公開日 平成13年4月20日 (2001.4.20)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 B 7/15		B 6 4 G 3/00	5 K 0 7 2
B 6 4 G 3/00		G 0 1 S 3/42	D
G 0 1 S 3/42		H 0 4 B 7/15	Z

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平11-289123

(22)出願日 平成11年10月12日 (1999. 10. 12)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 菅原 敏

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所原子力事業部内

(72)発明者 吉田 富治

茨城県日立市幸町三丁目1番1号 株式会社日立製作所原子力事業部内

(74)代理人 100068504

弁理士 小川 勝男 (外1名)

最終頁に続く

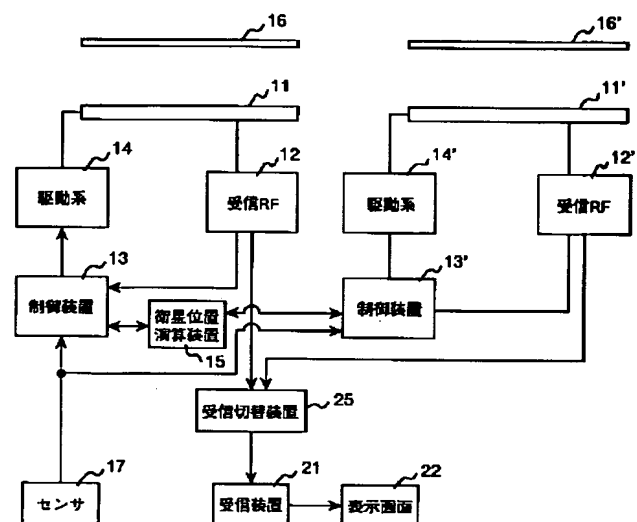
(54)【発明の名称】 衛星自動追尾型の通信方法、装置および衛星通信システム

(57)【要約】

【課題】仰角範囲を移動する衛星と送受信する場合に、仰角範囲を出る衛星から新たに入る衛星に切替るタイミングに、通信の途切れが生じる。

【解決手段】受信装置（または送信装置）が2基のアンテナ11、11'を備え、アンテナ11で受信中に、制御装置13は受信RF12からの受信信号とジャイロ等のセンサ17からの信号を取り込んで、追尾中の衛星の方位にアンテナ13を移動する制御信号を駆動系14に出力する。同時に、衛星位置演算装置15で追尾中の衛星の位置を算出し、その位置が仰角範囲の終点に到達したとき、アンテナ制御装置13'、駆動系14'を介して、仰角範囲の始点に向けて待機中のアンテナ13'の追尾を開始する。受信切替装置25は、切替タイミング中に両アンテナから受信される信号のうち、強度の大きい方を選択する。送信装置の場合、切替タイミング中は両方のアンテナから送信する。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 サービスエリアの地球局からみて可視となる所定の仰角範囲の軌道上を、常に1つは移動している人工衛星を追尾しながら、該衛星と地球局間で送受信を行う通信方法において、

前記地球局に設けた一方のアンテナで前記仰角範囲を移動中の人工衛星を追尾中、他方のアンテナを前記軌道上に予め定めた追尾始点に向けて待機させ、前記仰角範囲に新たな人工衛星が入る一方で前記追尾中の人工衛星が出ていく衛星切替タイミングに、前記他方のアンテナによる前記新たな人工衛星の追尾を開始することを特徴とする衛星自動追尾型の通信方法。

【請求項2】 請求項1において、前記地球局が受信動作の場合、前記衛星切替タイミングにおいて双方の前記アンテナから受信された受信信号の一方を選択して受信することを特徴とする衛星自動追尾型の通信方法。

【請求項3】 請求項1または2において、前記地球局が送信動作の場合、前記衛星切替タイミングにおいて双方の前記アンテナから送信信号を送信することを特徴とする衛星自動追尾型の通信方法。

【請求項4】 請求項1、2または3において、前記地球局は、前記追尾中の衛星について求めた軌道上の衛星位置が、前記仰角範囲の軌道上で衛星移動方向に見た終点に到達したか、および／または、前記衛星位置から割り出された前記新たな人工衛星の衛星位置が前記追尾始点に到達したかを判定して、前記衛星切替タイミングを決定することを特徴とする衛星自動追尾型の通信方法。

【請求項5】 サービスエリアの地球局からみて可視となる所定の仰角範囲の軌道上を、常に1つは移動している人工衛星を追尾しながら、該衛星を介して地球局の送信装置と受信装置間で送受信を行う通信方法において、アンテナを1基のみ有する前記受信装置が、前記人工衛星を介して受信中の受信信号に中断を生じたとき、前記人工衛星を追尾しながら求めた衛星位置が前記仰角範囲の終点を通過したか判定し、通過したとき、受信信号の中断原因が衛星切替タイミングによることを表示することを特徴とする衛星自動追尾型の通信方法。

【請求項6】 請求項5において、アンテナを1基のみ有する前記送信装置が、前記人工衛星を追尾しながら送信信号を送信中に、前記人工衛星の衛星位置が前記仰角範囲の終点に到達したか判定し、到達したとき、前記送信信号の送信を所定時間だけ中断し、その間に前記アンテナを前記仰角範囲の始点に向け、前記所定時間の経過後に送信を再開することを特徴とする衛星自動追尾型の通信方法。

【請求項7】 請求項5において、前記送信装置が第2のアンテナを前記仰角範囲の始点に向けて待機し、第1のアンテナで前記人工衛星を追尾し

ながら送信信号を送信中に、前記人工衛星の衛星位置が前記仰角範囲の終点に到達したか判定し、到達したとき、前記送信信号の送信を所定時間だけ中断し、前記所定時間の経過後に前記第2のアンテナにより、前記仰角範囲に現われた別の人工衛星を追尾して送信を再開することを特徴とする衛星自動追尾型の通信方法。

【請求項8】 請求項6または7において、前記受信装置は、前記所定時間内に自身のアンテナを前記仰角範囲の始点に向け、前記所定時間の経過後に送信を再開することを特徴とする衛星自動追尾型の通信方法。

【請求項9】 サービスエリアからみて可視となる所定の仰角範囲の軌道上を、常に1つは移動している人工衛星を追尾する制御装置と、前記人工衛星と送受信する送受信装置とを備えた衛星自動追尾型の通信装置において、

別々の駆動装置によって移動される2つのアンテナを設け、

前記制御装置は、一方のアンテナが追尾中の人工衛星の軌道上の位置を算出し、前記仰角範囲の終点に到達したことを判定する衛星切替タイミング判定部を設け、前記終点への到達を確認して、前記軌道上に予め定めた追尾始点に向けて待機中の他方のアンテナの追尾を開始するように構成したことを特徴とする衛星自動追尾型の通信装置。

【請求項10】 請求項9において、前記制御装置は、前記衛星切替タイミング判定部に加えまたは代えて、前記追尾中の人工衛星の位置から前記仰角範囲に入るまたは接近している別の人工衛星の位置を割り出し、該位置が前記追尾始点に到達したか判定する手段を設け、前記追尾始点への到達を確認して、前記追尾始点に向けて待機中の他方のアンテナの追尾を開始するように構成したことを特徴とする衛星自動追尾型の通信装置。

【請求項11】 請求項9または10において、前記追尾始点は、前記仰角範囲の軌道上で衛星移動方向に見た始点、または該始点から衛星移動方向と逆向きの所定軌道上位置に設定されてなる衛星自動追尾型の通信装置。

【請求項12】 サービスエリアからみて可視となる所定の仰角範囲の軌道上を、常に1つは移動しているように配置された複数の人工衛星と、前記仰角範囲にある人工衛星を介して送受信を行う送信装置及び受信装置を備えた衛星通信システムにおいて、前記受信装置は1基のアンテナと、前記人工衛星を追尾して前記アンテナの姿勢制御を行う制御装置と、前記人工衛星からの受信信号を前記アンテナを介して受信する受信部を設け、

且つ、前記制御装置にアンテナが追尾中の人工衛星の軌道上の衛星位置を算出する手段と、前記受信信号の中断

時に前記衛星位置が前記仰角範囲の終点を通過したか判定する手段とを設け、

さらに、前記受信信号の中断原因が衛星切替タイミングによることを示す表示装置を設けたことを特徴とする衛星通信システム。

【請求項13】 請求項12において、

前記送信装置は、1基または2基のアンテナと、前記人工衛星を追尾して前記アンテナの姿勢制御を行う制御装置と、前記人工衛星への送信信号を前記アンテナを介して送信する送信部を設け、

且つ、前記制御装置にアンテナが追尾中の人工衛星の軌道上の衛星位置を算出する手段と、前記衛星位置が前記仰角範囲の終点到達したか判定する手段とを設け、前記終点到達したのを確認して、前記送信部からの送信信号を所定時間だけ中断するように構成したことを特徴とする衛星通信システム。

【請求項14】 請求項12または13において、

前記受信装置または前記送信装置に、衛星仰角と地球局の位置を対照するデータベースを設けたことを特徴とする衛星通信システム。

【請求項15】 請求項12、13または14において、

前記複数の人工衛星は、長楕円軌道衛星などの準静止型軌道衛星による衛星通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は複数の人工衛星を利用する通信装置に関し、特に長楕円軌道衛星などの準静止型衛星を追尾する通信方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】特定のサービス領域に対し、放送や通信の24時間サービスが可能で、かつサービス領域内では地形や建造物による影などの影響を受けず、連続したサービスが可能になる次世代通信システムとして、準静止軌道衛星を利用する技術が注目されている。

【0003】準静止軌道衛星は、地上から見て常に静止状態に見える静止衛星とは異なり、あらかじめ定められた軌道上を移動し、この移動により、衛星を見る地上の接線と地上と衛星を結ぶ線分との仰角(α)が変動する。この仰角がある角度(α_0)以上に保持されると、ビルや森林等に妨害されて衛星との送受信が不可能になる現象(シャドーイングやブロッキング)を回避できる。

【0004】このためには、サービス対象領域の上空に遠地点が来る軌道を設定し、衛星が高い仰角の範囲に滞在する時間を長くして、通信回線を安定に確保する必要がある。また、複数の準静止軌道にそれぞれ衛星を周回させ、1つの衛星の仰角がある角度 α_0 から外れるとき、他の衛星がその角度に入るようにして、切れ目の無い通信システムを構成する必要がある。この準静止軌道

衛星の一つに長楕円軌道衛星がある。

【0005】特開平11-34996号公報に、長楕円軌道衛星(HEO: Highly Elliptical Orbit)を利用する通信システムの一例が開示されている。ここでは、3つ或いは4つの長楕円軌道が設定され、各楕円軌道は特定のサービス領域の天頂方向に遠地点が来るように配置されている。これにより、サービス対象領域から見て天頂方向の予め定めた仰角範囲(α_0)を高くし、各軌道を周回する人工衛星が少なくとも1機、常時「可視」となるように運行させる。各衛星の周回する楕円軌道は少しずつ異なっているが、仰角範囲(α_0)ではほぼ同一軌道となるように設定される。これにより、たとえば3機の衛星がそれぞれ24時間周期で回る場合でも、仰角範囲(α_0)には常時、1機の衛星が「可視」となるような制御できる。

【0006】地上の送受信装置は仰角範囲のHEOを追尾するため、送受信アンテナより受信される衛星からの信号の強度が最適化されるように、アンテナ制御器からの信号を受けて、仰角モータ、偏波角モータ及び方位角モータを駆動して、アンテナの向きを制御(追尾)している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】準静止軌道衛星を利用した通信システムでは、サービスエリアの上空に遠地点が来るように軌道設定し、衛星が高い仰角範囲(α_0)に長く滞在するようにしているので、長時間にわたって通信回線を安定に確保することを可能にする。しかし、たとえば衛星の軌道周期が24時間の場合、仰角範囲(α_0)に常時、衛星を存在させるためには少なくとも3機の衛星が必要になり、それら複数の衛星の移動を地球局から追尾する必要がある。この場合、仰角範囲(α_0)に入る衛星が交替するために、衛星以下のような衛星切り替え時の問題が生じる。

【0008】図4は準静止軌道衛星の説明図である。準静止軌道衛星111、110は、地球60の周りを、予め定められた軌道130、131を移動する(図示していない衛星は軌道132を移動する)。ただし、仰角範囲での各軌道はほぼ同一となるので、軌道130により代表する。図示では、現在、軌道130上にある衛星111が地上と送受信可能であり、図の左から右へと移動している。また、軌道131上にある衛星110は、衛星111と所定の間隔を置いて、衛星111を追いかけのように移動している。このとき、地球局に設置されたアンテナ120は、衛星111の移動を追尾している。

【0009】軌道上位置135と軌道上位置136で囲まれる区間142が通信可能区間で、地球局と衛星の送受信が可能となる通信可能仰角範囲 α_0 である。また、軌道上位置135より左側の区間141と、軌道上位置136より右側の区間143は通信不能区間で、通信可能仰角範囲 α_0 の範囲外である。たとえば、3つの準静

止軌道を3機の衛星がそれぞれ24時間周期で周回し、仰角範囲 α_0 である区間142では常に1基が存在するようにする。いま、衛星111が軌道上位置136を通過すると、地球局上との通信が不可能になる。このとき、衛星110が軌道上位置135を通過して区間142に入り、地上との送受信が可能になる。このタイミングを、以下では「衛星切替タイミング」と呼ぶことにする。

【0010】準静止軌道衛星によれば、通信可能な区間142には常時、1機の衛星が存在し、衛星切替タイミングにごく短時間、2機の衛星が共存するように制御できる。このとき、途切れの無い通信を実現するためには、図4(b)に示すように、送受信対象を衛星111から衛星110に切り替え、地球局に設置したアンテナ120が常に、移動する衛星方向に向けられている(追尾)必要がある。

【0011】しかし、衛星切替タイミングに、アンテナ120を衛星111から衛星110に向き変えるのに時間がかかり(数秒間)、この間は信号が途切れてしまう。放送や情報伝送などでは、その一方的ないし一過性のために喪失信号の回復は困難で、どうしても必要な場合は再送によるしかない。しかし、再送には時間と手間がかかるだけでなく、リアルタイムや緊急を要する場合の解決にはならない。たとえば、救急車と病院との間で患者の容態を刻々と画像伝送中に、衛星の切り替えタイミングとなって通信が途切れると、人命に関わることもある。

【0012】また、地球局が地上の固定局ではなく、車、電車、船、飛行機などに搭載された移動局の場合、地球局の緯度、経度によって衛星との通信可能な仰角範囲が変動する。この場合、移動局の現在位置(座標)に応じて仰角範囲を補正しなければ、衛星切替タイミングではもちろんのこと通常での衛星追尾も、正確には行えなくなるという問題がある。

【0013】本発明の目的は、従来技術の問題点を克服し、衛星切り替え時においても信号が途切れることがなく、安定な送受信を確保できる準静止型衛星を追尾する通信方法および装置を提供することにある。また、移動局の場合にも、衛星切り替え時を含む正確な衛星追尾による安定な送受信を確保できる通信装置及び通信システムを提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成する本発明の第1の態様は、サービスエリアの地球局からみて可視となる所定の仰角範囲の軌道上を、常に1つは移動している人工衛星を追尾しながら、該衛星と地球局間で送受信を行う通信方法において、前記地球局に設けた一方のアンテナで前記仰角範囲を移動中の人工衛星を追尾中、他方のアンテナを前記軌道上に予め定めた追尾始点に向けて待機させ、前記仰角範囲に新たな人工衛星が入

る一方で前記追尾中の人工衛星が出ていく衛星切替タイミングに、前記他方のアンテナによる前記新たな人工衛星の追尾を開始することを特徴とする。

【0015】なお、上記の一方のアンテナと他方のアンテナの役割が、衛星切替タイミング後に交替されることは言うまでもない。また、上記の「可視」とは、肉眼で見えることの意味ではなく、地球上に設置された人工衛星追跡管制用地上局や衛星通信用送受信装置、或いはこれらに準じた地上側設備と人工衛星との間の通信を、電波または光によって行うことができる空間領域に人工衛星があることを意味する。

【0016】また、前記地球局が受信動作の場合、前記衛星切替タイミングにおいて双方の前記アンテナから受信された受信信号の一方を選択して受信することの特徴とする。あるいは、前記地球局が送信動作の場合、前記衛星切替タイミングにおいて双方の前記アンテナから送信信号を送信することの特徴とする。

【0017】さらに、前記地球局は、前記追尾中の衛星について求めた軌道上の衛星位置が、前記仰角範囲の軌道上で衛星移動方向に見た終点に到達したか、および/または、前記衛星位置から割り出された前記新たな人工衛星の衛星位置が前記追尾始点に到達したかを判定して、前記衛星切替タイミングを決定する。

【0018】これによれば、可視となる前記仰角範囲には常時、1機、前記衛星切替タイミングには入ると出るの2機の衛星が一時的に共存するので、このタイミングを捕らえて両衛星を並行して追尾すれば、衛星の切り替えをスムーズに、信号が途切れることなく行うことができる。

【0019】上記目的を達成する本発明の第2の態様は、サービスエリアの地球局からみて可視となる所定の仰角範囲の軌道上を、常に1つは移動している人工衛星を追尾しながら、該衛星を介して地球局の送信装置と受信装置間で送受信を行う通信方法において、アンテナを1基のみ有する前記受信装置が、前記人工衛星を介して受信中の受信信号に中断を生じたとき、前記人工衛星を追尾しながら求めた衛星位置が前記仰角範囲の終点を通じたか判定し、通過したとき、受信信号の中断原因が衛星切替タイミングによることを表示することの特徴とする。

【0020】また、アンテナを1基のみ有する前記送信装置が、前記人工衛星を追尾しながら送信信号を送信中に、前記人工衛星の衛星位置が前記仰角範囲の終点に到達したか判定し、到達したとき、前記送信信号の送信を所定時間だけ中断し、その間に前記アンテナを前記仰角範囲の始点に向け、前記所定時間の経過後に送信を再開することの特徴とする。

【0021】あるいは、前記送信装置が第2のアンテナを前記仰角範囲の始点に向けて待機し、第1のアンテナで前記人工衛星を追尾しながら送信信号を送信中に、前

記人工衛星の衛星位置が前記仰角範囲の終点に到達したか判定し、到達したとき、前記送信信号の送信を所定時間だけ中断し、前記所定時間の経過後に前記第2のアンテナにより、前記仰角範囲に現われた別の人工衛星を追尾して送信を再開することを特徴とする。

【0022】さらに、前記受信装置は、前記所定時間内に自身のアンテナを前記仰角範囲の始点に向け、前記所定時間の経過後に送信を再開することを特徴とする。

【0023】これによれば、受信装置が1基のアンテナしか持たない場合でも、衛星切替タイミングで、当該アンテナを仰角範囲の終点から始点に向け直すのに必要な所定時間だけ、送信装置からの送信信号は一時中断されるので、信号が途切れることなく受信可能となる。また、受信側さらには送信側での衛星切替タイミングによる中断時、原因を明示するのでユーザに安心感を与えることができる。

【0024】本発明の方法を実現する装置は、サービスエリアからみて可視となる所定の仰角範囲の軌道上を、常に1つは移動している人工衛星を追尾する制御装置と、前記人工衛星と送受信する送受信装置とを備えた衛星自動追尾型の通信装置において、別々の駆動装置によって移動される2つのアンテナを設け、前記制御装置は、一方のアンテナが追尾中の人工衛星の軌道上の位置を算出し、前記仰角範囲の終点に到達したことを判定する衛星切替タイミング判定部を設け、前記終点への到達を確認して、前記軌道上に予め定めた追尾始点に向けて待機中の他方のアンテナの追尾を開始するように構成したことを特徴とする。

【0025】前記制御装置は、前記衛星切替タイミング判定部に加えまたは代えて、前記追尾中の人工衛星の位置から前記仰角範囲に入るまたは接近している別の人工衛星の位置を割り出し、該位置が前記追尾始点に到達したか判定する手段を設け、前記追尾始点への到達を確認して、前記追尾始点に向けて待機中の他方のアンテナの追尾を開始するように構成したことを特徴とする。

【0026】前記追尾始点は、前記仰角範囲の軌道上で衛星移動方向に見た始点、または該始点から衛星移動方向と逆向きの所定軌道上位置に設定されてなる。前記所定軌道上位置の場合、別の衛星が仰角範囲に入る前から追尾を始めることになる。

【0027】本発明の方法を実現する通信システムは、サービスエリアからみて可視となる所定の仰角範囲の軌道上を、常に1つは移動しているように配置された複数の人工衛星と、前記仰角範囲にある人工衛星を介して送受信を行う送信装置及び受信装置を備えた衛星通信システムにおいて、前記受信装置は1基のアンテナと、前記人工衛星を追尾して前記アンテナの姿勢制御を行う制御装置と、前記人工衛星からの受信信号を前記アンテナを介して受信する受信部を設け、且つ、前記制御装置にアンテナが追尾中の人工衛星の軌道上の衛星位置を算出す

る手段と、前記受信信号の中断時に前記衛星位置が前記仰角範囲の終点を通過したか判定する手段とを設け、さらに、前記受信信号の中断原因が衛星切替タイミングによることを示す表示装置を設けたことを特徴とする。

【0028】前記送信装置は、1基または2基のアンテナと、前記人工衛星を追尾して前記アンテナの姿勢制御を行う制御装置と、前記人工衛星への送信信号を前記アンテナを介して送信する送信部とを設け、且つ、前記制御装置にアンテナが追尾中の人工衛星の軌道上の衛星位置を算出する手段と、前記衛星位置が前記仰角範囲の終点に到達したかを判定する手段とを設け、前記終点に到達したのを確認して、前記送信部からの送信信号を所定時間だけ中断するように構成したことを特徴とする。

【0029】また、前記受信装置または前記送信装置に、衛星仰角と地球局の位置を対照するデータベースを設けたことを特徴とする。これにより、可視の仰角範囲が変動する移動局の場合、追尾制御がスピーディに行え、装置も簡単になる。

【0030】上記した複数の人工衛星には、準静止型軌道衛星が利用される。この準静止軌道衛星には準天頂衛星、同期軌道衛星、モバイル衛星及び長楕円軌道衛星等が含まれる。特に、天頂方向に遠地点を配置し、仰角範囲を高く設定できる長楕円軌道衛星は、ビルや森林等に妨害されて衛星との送受信が不可能になる現象（シャドローイングやブロッキング）を回避でき、好適である。しかし、本発明は複数の衛星のそれぞれの軌道が、地球局からの仰角範囲でほぼ同一となるのであれば、たとえば仰角の低い軌道衛星など、他の軌道衛星にも適用可能である。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を詳細に説明する。まず、準静止軌道衛星の一例として、長楕円軌道衛星（HEO）について説明し、次に、衛星追尾型通信方式の複数の実施例を説明する。

【0032】図2に長楕円軌道の説明図を示す。長楕円軌道とは、人工衛星が周回す軌道の離心率 e が零より大きく1より小さい。望ましくは、例えば軌道傾斜角が37度以上44度以下で、かつ離心率 e が0.24未満の範囲である。あるいは、軌道傾斜角 i が40度よりも大きく44度以下で、かつ離心率 e が0.24以上0.35以下の範囲である。このような長楕円軌道衛星は静止衛星よりも仰角 α が高くなる（望ましくは仰角が70度以上）。

【0033】長楕円軌道50は軌道長半径 a 、離心率 e 、軌道傾斜角 i 、昇交点赤経 Ω 、近地点引数 ω および真近点離角 θ の軌道六要素にて定義される。これらは或る基準の時刻における値として定義される。軌道長半径 a は楕円の長半径である。真近点離角 θ は近地点53と楕円の焦点51を結ぶ線分 R_p と軌道上の衛星110と楕円の焦点51を結ぶ線分のなす角で、0度から360度

の範囲となる。

【0034】離心率 e は楕円の偏平度を表し、近地点半径 R_p 、遠地点52と焦点51を結ぶ線分である遠地点半径 R_a 、軌道長半径 a 及び軌道短半径 b との間に、数1の幾何学的関係がある。

【0035】

【数1】 $R_p = a(1 - e)$

$R_a = a(1 + e)$

$b = a\sqrt{1 - e^2}$

$e = (R_a - R_p) / (R_a + R_p)$

図3は、図2の軌道の焦点51に地球60を置いたときの長楕円軌道を示す。楕円軌道は赤道面61を、昇交点62において南半球から北半球に向かって横切り、近地点63、遠地点64となる。赤道面61と軌道面との間の角度が軌道傾斜角 i となり、0度以上180度以下の範囲となる。昇交点赤経 Ω は、軌道が赤道面を南半球から北半球にかけて横切る点を昇交点を、春分点方向から東周りに計った角度で、0度以上360度以下の範囲となる。近地点引数 ω は軌道面上で近地点63の位置を昇交点62から計った角度で定義され、0度以上360度以下の範囲となる。

【0036】図3(b)に、長楕円軌道と仰角 α の関係を示す。地球局の地点65の接線66と、地点65と衛星110を結ぶ線分との角度、つまり地面と衛星のなす角度が仰角 α となる。

【0037】本実施形態の通信システムでは、上記した長楕円軌道が3つ(または4つ)設定され、各軌道に1機ずつ配置した人工衛星群を使用して運用される。なお、各軌道周期は24時間で、±10分程度の誤差を見込んで運用される。

【0038】次に、複数の長楕円軌道衛星を使用する通信装置の実施形態を説明する。実施例1では、2個のアンテナを備えた衛星切替タイミングの追尾方式と通信装置を示す。実施例2では、1個のアンテナを備えた衛星切替タイミングの送受信方式と衛星通信システムを示す。

【0039】〔実施例1〕図5は、衛星切替タイミングで2個のアンテナの追尾方法を示す概念図である。準静止軌道衛星110、111は、それぞれ所定の時間間隔をおいて代表して示す軌道130上を左から右側へ移動している。軌道上の位置135と位置136の区間140の仰角範囲 α_0 に衛星があるとき、図示では衛星111と地上局のアンテナ121との送受信が可能となる。衛星111が軌道上を右から左へ移動すると、その間、アンテナ121は常に衛星111の方向を追尾し、両者間の送信受信を続けている。通信中の衛星111が位置136を通過すると、アンテナ121から衛星111を見た仰角 α が低くなり、通信が困難になる。この時、次の衛星110が位置135を通過するので、この衛星110を追尾するアンテナがあれば、地球局との送受信は

途切れることなく継続できる。

【0040】実施例1の通信システムでは、地上局に2基のアンテナ120、121を設け、アンテナ121が衛星111を追尾しているとき、アンテナ120が軌道上の位置135に向けて待機し、衛星タイミングになると衛星110の追尾を開始する。つまり、衛星111が位置136を通過して、アンテナ121による送受信が不能となるとときには、アンテナ120が位置135に現われた衛星120の追尾を開始する。従って、位置135と位置136の仰角範囲 α_0 に、短時間(衛星切り替りタイミングに、アンテナ120が追尾を開始できる時間)だけ衛星110と衛星111が並存すれば、地球局との送信は途切れることがない。

【0041】本システムの長楕円軌道衛星は、サービス対象エリアの地上局との仰角範囲に常時、1機の衛星が存在するように制御されている。実際には、各軌道周期が誤差を伴うので、その誤差をカバー可能な時間だけ、2つの衛星が同時に仰角範囲に存在する重複期間を設けて運行している。従って、この重複期間には衛星111、衛星110双方との通信が可能になるので、地球局は両者の信号強度などから一方を選択する。やがて、衛星111との送受信は不可能になると、アンテナ121による追尾を終了し、アンテナ120による追尾だけとなる。この後、アンテナ121は位置135に向けて初期設定され、次の衛星が現われるまで待機することになる。

【0042】図1は、実施例1の衛星自動追尾型通信装置の機能ブロック図を示す。2基のアンテナ11、11'は、雨風をしのぐためのレドーム16、16'で覆われている。アンテナ11、11'がそれぞれ別の衛星を追尾し、衛星からの信号を受けて、受信RF12、12'で受信する。

【0043】アンテナ11の姿勢(方位)を制御して衛星を追尾するために、センサ17からの信号と受信RF12による衛星からの受信信号とを制御装置13に取り込む。制御装置13は衛星を追尾する方位制御を行い、駆動装置14を動かしてアンテナ11を、衛星(例えば、図5の衛星111)の方向に向ける。

【0044】センサ17は角速度や慣性モーメントを測定する加速度計やジャイロからなり、地球局が移動局である場合の位置情報を検出する。地球局が固定局の場合は、センサ17を省略してもよく、あらかじめ求まる時間と衛星方位のデータベースを利用することもできる。

【0045】また、制御装置13から追尾中のアンテナ111の方位を衛星位置演算装置15に取り込み、次の衛星(例えば、図5の衛星110)の位置を算出して、制御装置13に渡す。制御装置13はその衛星位置から衛星切替タイミングと判断すると、追尾開始指令を出して駆動装置14によるアンテナ11'の追尾を開始する。これにより、アンテナ11'は待機中の追尾始点

方位から衛星 110 の方向に向きを移動し、以後は上述したアンテナ 11 の場合と同様の追尾が行われる。一方、先に追尾していた衛星（例えば、図 5 の衛星 111）の位置が切り替えタイミングの位置 136 を通過したとき、制御装置 13 は追尾終了指令を送信し、駆動装置 14 を動かしてアンテナ 11 を追尾始点方位（位置 135）に向けて待機させる。

【0046】ここで、追尾始点方位は、たとえば図 5 の仰角範囲 α_0 の位置 135 に向けられている。ただし、図 6 のように、位置 135 より更に先の位置を追尾始点方位として待機し、衛星位置演算装置 15 で演算された次の衛星位置がその追尾始点に到達したときに、制御装置 13 が追尾開始指令を出すようにしてもよい。これによれば、衛星からの信号が微弱な段階で追尾が始まるので、追尾が早いタイミングで成功し、2つの衛星の重複期間が短くてすむ。また、仰角範囲が変動する移動局の場合に好都合である。

【0047】衛星切替タイミングにおいては、アンテナ 11、11' の両方から受信される。受信 RF 12、12' により抽出された受信信号は、受信切り替え装置 25 により信号強度の大きい方を選択される。この選択された信号は、受信装置 21 を介して表示装置 22 に画面表示される。これにより、衛星切替タイミングにおいても、途切れのない受信が可能になる。

【0048】以上は、受信動作の説明であるが、送信動作の場合は図 1 のアンテナ 11、11' を送信用として機能させ、受信 RH 12、12' を送信 RH に、受信切り替え装置 15 を送信切り替え装置に、受信装置 21 を送信装置にそれぞれ置き換えることで、衛星切替タイミングにおける途切れのない送信が可能になる。

【0049】送信時の衛星切替タイミングでは、アンテナ 11、11' の両方から送信し、一方のアンテナが追尾している衛星が通信不能の衛星位置に達したとき、送信切り替え装置がそのアンテナからの送信を停止し、これを受けて制御装置がそのアンテナを追尾始点方位に向けて待機させる。なお、アンテナ追尾制御装置 13 が衛星追尾用に取り込む受信信号には、例えば衛星と地上局間で同期をとるための受信クロックなどが利用できる。また、受信系と送信系の各装置とともに具備して、送受信局を構成できることは言うまでもない。

【0050】また、衛星位置演算装置 15 に、衛星仰角と地球局位置（地球座標）のデータベースを予め設定しておき、衛星搭載のクロックと同期したクロックで地球局の位置を検知し、検知した位置の仰角をデータベースから読み出し、センサ 17 からの信号と併せて衛星位置の演算を行うことができる。これによれば、移動局での仰角範囲や衛星位置の算出を速やかに行うことができる。

【0051】図 7 は、実施例 1 による衛星切り替え処理のフローを示す。本処理は主として、制御装置 13 が 1

サンプリング周期毎に実行する。まず、地球局の位置情報（センサ 17）及び衛星からの受信信号（受信 RF 12）の信号を取り込み（s101）、追尾中の衛星の方位を算出し、アンテナ制御信号を駆動系 14 に出力する（s102）。次に、衛星方位から追尾中の衛星の軌道上の位置を算出し、さらに、次に仰角範囲 α_0 に現われる衛星の軌道上の位置を算出する（s103）。

【0052】この次に現われる衛星位置に基づいて、衛星切替タイミングの開始点か判定し（s104）、開始点であれば（Yes）、追尾始点に待機中のアンテナによる追尾を開始する（s105）。このときの追尾開始指令は、別の制御装置 13' から出力しているが、制御装置 13 から出力するようにしてもよい。あるいは、制御装置 13、13' の衛星切替タイミングの判定機能を共通にしてもよい。

【0053】一方、s104 で、衛星位置が追尾開始点でなければ（No）、追尾中の衛星の位置に基づいて、衛星切替タイミングの終了点か判定する（s106）。終了点であれば（Yes）、終了側のアンテナに追尾終了指令を出して、当該アンテナを追尾始点方位に移動して待機させる（s107）。ステップ s107 で終了点でなければ（No）、衛星切替タイミングではないので、本周期での追尾制御を終了する。

【0054】この衛星切替タイミングの開始点から終了点の期間は、制御装置 13、13' がサンプリング周期毎にそれぞれの衛星を追尾する制御（s102）を繰返している。この間、受信動作では受信切替装置 25 が一方のアンテナからの信号を選択し、送信動作では送信切替装置が両方のアンテナに送信する。

【0055】なお、2つの衛星の軌道上位置は、一方が分かれば他方を割り出せる。また、衛星切替タイミングの開始点は、仰角範囲 α_0 の始点とは限らず、図 6 の場合のように、本システムで設定された追尾始点方位であってよい。さらに、衛星切替タイミングの終了点の判定は必須ではない。衛星が終了点を通して通信不能となったタイミングで、追尾を終了し、当該アンテナを追尾始点方位に移動するようにしてもよい。

【0056】以上、実施例 1 によれば、地球局に 2つのアンテナを設け、少なくとも衛星切替タイミングには、仰角範囲の衛星と、仰角範囲ないしその近傍に現われる次の衛星の 2つを追尾するので、受信または送信に途切れがなくなり、安定な通信を確保できる。また、衛星仰角と地球局位置（地球座標）を対照するデータベースを設けたので、追尾のための衛星位置の算出が容易で、特に仰角が変動する移動局に好適である。

【0057】〔実施例 2〕本発明の通信装置の実施例 2 は、実施例 1 と同様の長楕円軌道衛星を使用する通信システムであって、地球局に衛星追尾用アンテナを 1 基のみ設けて、上述の衛星切替タイミングの問題点を回避する通信方式である。

【0058】図8は、実施例2による通信装置の構成を示す機能ブロック図で、図1と同等の要素には同じ符号を付している。本通信装置は送受兼用に構成されているが、送受信RF30、送受信装置33は、実施例1で説明した受信動作及び送信動作を、送受信切替装置32によって切替られる。実施例1との主な相違は制御装置31の動作にある。

【0059】図9は、実施例2による通信装置の送信動作及び受信動作を示すフロー図で、アンテナが1基の場合の図4の軌跡を参照しながら説明する。(a)の送信動作では、衛星111が軌道上位置135を通過したタイミングで、アンテナ11(図4のアンテナ120)から衛星111への送信が開始される。ここから、制御装置31は、図7と同様に、受信RF12等の信号を取り込んで(s201)、衛星方位を算出してアンテナ姿勢制御信号を出力し(s202)、衛星111の追尾を行う。

【0060】次に、衛星方位に基づいて衛星位置111の算出を行い(s203)、衛星切替タイミングの終了点か判定する(s204)。つまり、衛星111が軌道上位置136に到達したか判定し、まだ(No)であれば、この周期での制御を終わる。一方、衛星111が軌道上位置136に到達(Yes)していれば、追尾終了指令を駆動系14に出力し(s205)、アンテナ11による衛星111の追尾を終了する。同時に、送受信装置33にも送信停止指令を出し(s206)、送受信装置33は送信信号の出力を中断する。

【0061】次に、制御装置31は追尾開始指令を出力し、駆動系14はアンテナ11を軌道上位置135に向けて移動させる(s207)。アンテナ移動後、衛星110の追尾を開始し、同時に、制御装置31が送受信装置33に送信再開指令を出し(s208)、送受信装置33は中断時点からの送信信号の出力を開始する。この間における送信信号の中断時間Tsは、衛星111を軌道上位置136から位置135に向き変える時間より若干長くなる。

【0062】次に、図9(b)の受信動作を説明する。制御装置31は、センサ17等の信号を取り込んで(s301)、衛星方位を算出してアンテナ姿勢制御信号を出力し(s302)、衛星111の追尾を行う。また、衛星方位に基づいて衛星位置111の算出を行う(s303)。追尾により受信された信号は、送受信装置33によって表示装置22に画面表示される。

【0063】衛星の追尾中に、受信信号の中断の有無を監視し(s304)、中断がなければこの周期の処理を終了する。一方、中断があれば、その原因が衛星切替タイミングによるかを判定する(s305)。中断の原因が衛星切替タイミングでない場合は、本実施例とは直接の関係がないので省略するが、別の原因の診断が何らかの形で行われてもよい。しかし、中断の原因が衛星切替

タイミングによる場合は、表示装置22の画面にその旨を表示する(s306)。

【0064】図10に、衛星切替タイミングでの受信中断の表示例を示す。衛星切替タイミングでの受信中断は、時間Ts後に再開可能なので、この表示をすることで、ユーザに安心感を与え、通信装置の信頼性を向上する。

【0065】制御装置31は、受信中断の原因が衛星切替タイミングによる場合、アンテナ11を直ちに軌道上位置135に向けて移動し(s307)、衛星110を追尾して受信を再開する(s308)。送信動作による中断時間Tsは、受信側のアンテナが向きを変えて追尾を再開できる時間に適合させているので、受信側は送信信号を喪失させることなく受信できる。

【0066】この実施例2によれば、アンテナが1基の場合にも、衛星切替タイミングにおける受信信号喪失を回避できるので、コンパクトで安価な通信装置を提供できる。そのうえ、衛星切替タイミングでの受信中断をその旨表示するので、ユーザに安心感を与え、受信装置の信頼性を向上できる。なお、衛星切替タイミングにおける送信信号の中断時にも、その旨を画面表示するようにしてもよい。

【0067】次に、実施例2の変形例を説明する。この変形例は、2基のアンテナを持つ送信装置と1基のアンテナを持つ受信装置が、長楕円軌道衛星を介して地球局を構成するシステムである。

【0068】送信装置は、追尾中のアンテナが軌道上位置136を通過すると送信を中断し、軌道上位置135に向けて待機中のアンテナから一定時間Ts後に送信を再開する。一方、受信装置は、実施例2と同様の動作を行う。すなわち、1基のアンテナで仰角範囲の衛星を追尾しながら受信し、受信信号が中断するとその原因を判定し、中断が衛星切替タイミングによる場合は、アンテナを軌道上位置135に向けて、Ts後に衛星の追尾を開始し、受信を再開する。

【0069】これによれば、衛星切替タイミングによる信号喪失のない受信が可能で、たとえば送信装置が放送局等のように2基のアンテナを持つことが容易で、受信装置が1基のアンテナしか持てない移動局等からなる通信システムに好適である。

【0070】

【発明の効果】本発明によれば、送信装置及び/又は受信装置が2基のアンテナを具備し、衛星切替タイミングに既追尾中の衛星とそのアンテナ、及び新たに追尾する衛星とそのアンテナの2つの経路による通信を一時的に重複させることで、一方のアンテナから他方のアンテナへの通信の切替を、信号の途切れなく行うことができ、安定な通信を確保できる効果がある。

【0071】また、本発明によれば、少なくとも受信装置が1基のアンテナのみを具備する場合で、送信装置が

通信可能区間の衛星軌道上の終点位置から始点位置に通信対照の衛星を切替る際に送信を一定時間だけ中断し、一方、受信装置は受信信号が衛星切替タイミングによって中断した場合は、送信が中断される一定時間内にアンテナ向きを始点位置に向き変えるので、受信信号の途切れのない安定な通信を確保できるとともに、コンパクトで安価な通信装置を提供できる。また、送受信の中断時に、衛星切替タイミングであることを表示するので、ユーザに安心感を与え、信頼性を向上できる効果がある。

【0072】また、本発明の通信装置によれば、衛星仰角と地球局位置の対照関係をデータベースを具備しているので、衛星位置とその通信可能区間を速やかに求めることができ、特に仰角が変動する移動局に好適である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1による通信装置の機能ブロック図。

【図2】本発明を適用する準静止衛星軌道の一例である長楕円軌道を示す説明図。

【図3】図2の長楕円軌道の焦点に、地球を配置した場合の説明図。

【図4】1基のアンテナで長楕円軌道衛星を追跡する場合の説明図。

【図5】実施例1による2基のアンテナによる衛星追尾

の動作説明図。

【図6】実施例1の変形例による衛星追尾の動作説明図。

【図7】本発明の実施例1による衛星追尾制御のフロー図。

【図8】本発明の実施例2による通信装置の機能ブロック図。

【図9】本発明の実施例2による送受信制御のフロー図。

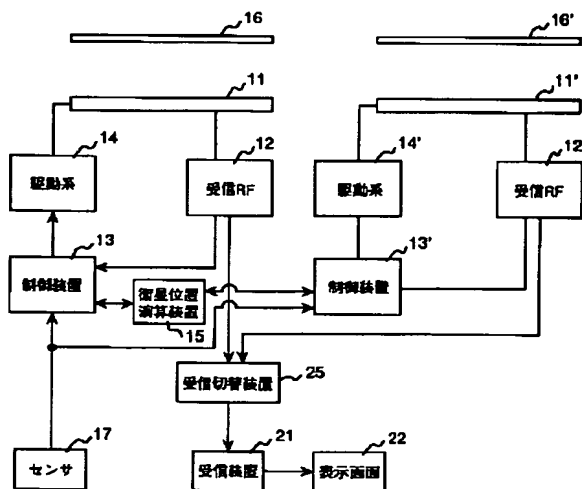
【図10】実施例2における中断原因の表示例を示す説明図。

【符号の説明】

11, 11'…アンテナ、12, 12'…受信RF装置、13, 13'…制御装置、14, 14'…駆動装置、16, 16'…レドーム、17…センサ、21…受信装置、22…表示装置、25…受信切替装置、30…送受信RF装置、31…制御装置、32…送受信切替装置、33…送受信装置、50…長楕円軌道、51…焦点、52…遠地点、53…近地点、60…地球、61…赤道面、62…昇降点、110, 111…衛星、120, 121…アンテナ、130…軌道、135…軌道上位置（追尾始点）、136…軌道上位置（追尾終点）、142…通信可能区間（仰角範囲）。

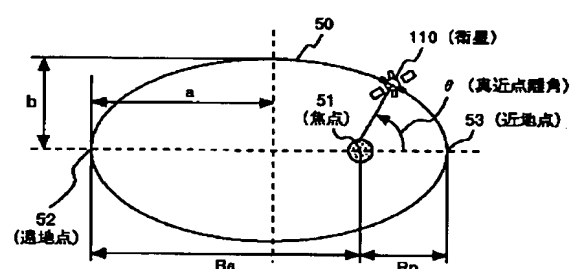
【図1】

図 1



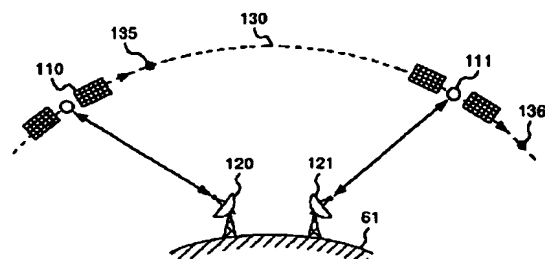
【図2】

図 2



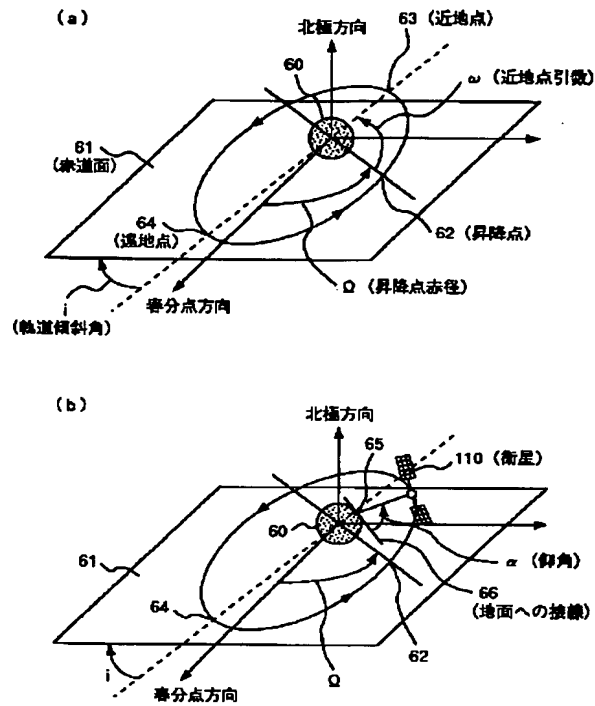
【図6】

図 6



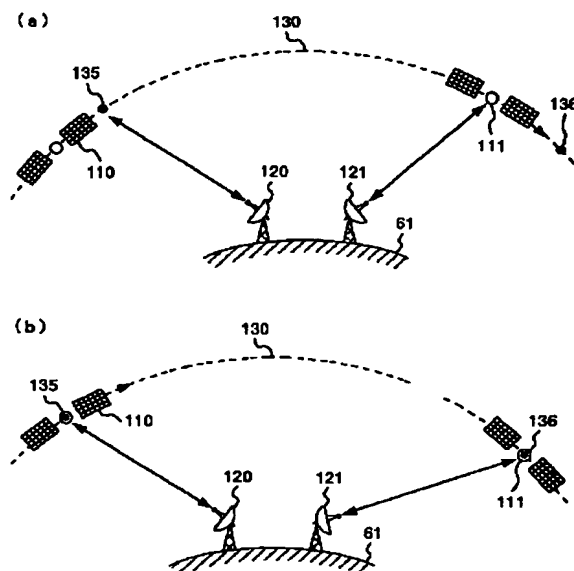
【図3】

図 3



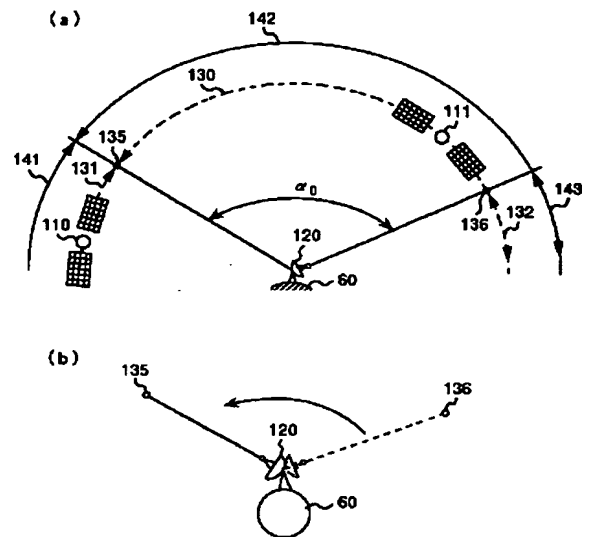
【図5】

図 5



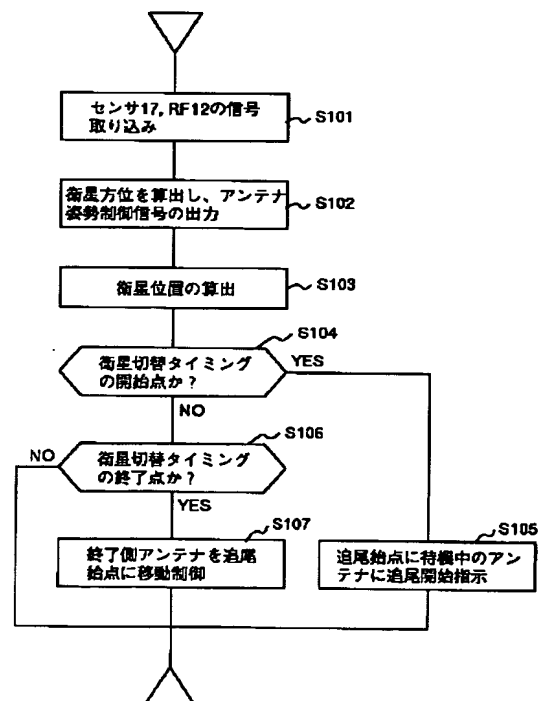
【図4】

図 4

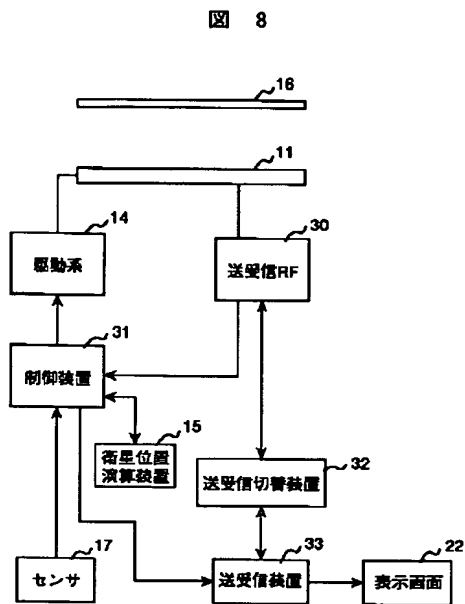


【図7】

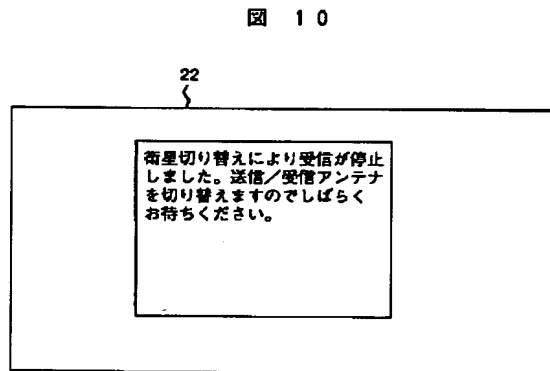
図 7



【図8】

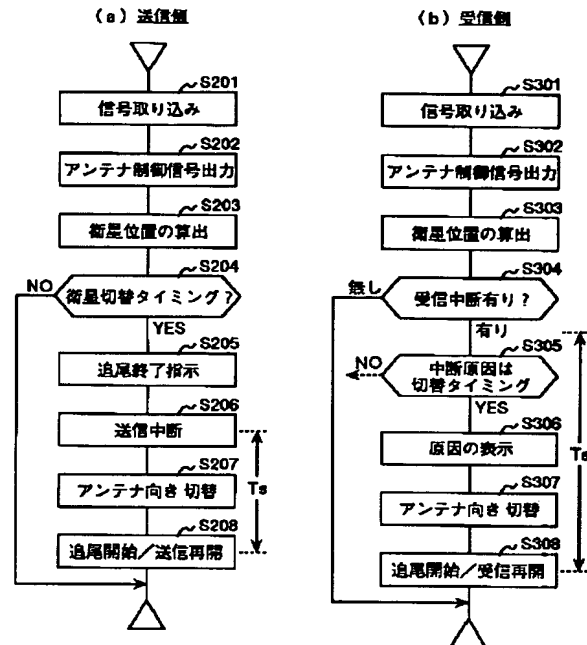


【図10】



【図9】

図 9



フロントページの続き

(72)発明者 樋口 博文
東京都千代田区内神田一丁目6番10号 八
木アンテナ株式会社内

(72)発明者 坂内 功治
東京都千代田区内神田一丁目6番10号 八
木アンテナ株式会社内

Fターム(参考) 5K072 AA22 AA24 DD03 DD04 DD15
GG06